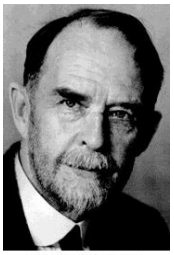
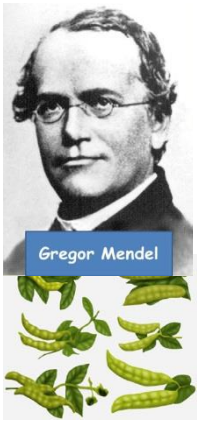
Les lois statistiques de la transmission des caractères héréditaires chez les diploïdes


Thomas Hunt Morgan



Introduction générale (la problématique) :

Les caractères héréditaires se transmettent, chez les diploïdes, d'une génération à une autre par le biais de la méiose et la fécondation. Ceci est semis à des lois statistiques qui permettent de connaitre le mode de transmission de ces caractères dans les cas du monohybridisme et du dihybridisme.

- Le botaniste autrichien **Mendel (1822-1884)** est le père fondateur de la génétique, il a consacré 8ans de se vie à l'étude de croisements entre des petits pois, il a énoncé 3 lois concernant la transmission des caractères au cours de la reproduction sexuée.
- **Morgan : américain (1866 – 1945)** quant à lui, a effectué des croisements sur des races de drosophiles. Ses études ont permis de déterminer l'emplacement des gènes sur les chromosomes.

- **Comment se fait l'étude de la transmission des caractères héréditaires ?**
- **Quel est le contenu des 3 lois de Mendel ?**
- **Comment, selon Morgan, déterminer l'emplacement des gènes sur les chromosomes ?**

I- Quelques notions et définitions

- Chaque caractère génétique est contrôlé par un gène qui occupe une place précise sur le chromosome appelée « locus ».
- Chaque gène a plusieurs formes appelées « allèles ».
- **Allèle** : version d'un gène donné qui peut varier d'un individu à un autre.
- **Gène** : fragment d'ADN qui contrôle un caractère héréditaire précis.
- **Homozygote** : se dit d'un individu dont les cellules contiennent en double exemplaire du même allèle d'un gène donné (A //A, a//a…)
- **Hétérozygote** : c'est lorsque les cellules contiennent deux allèles différents d'un gène donné (A//a…)
- **Génotype** : ensemble des gènes des caractères héréditaires étudiés, on le représente comme suit : A//A, a//a,…
- **Phénotype** : ensemble des caractères résultant de l'expression de génotype. On représente le phénotype par la 1ère lettre du nom de caractère étudié entre 2 crochets A ou a
- **Hybridation** : croisement entre deux individus de même espèce ayant des génotypes ou des phénotypes différents concernant le même caractère héréditaire.
- **Lignée ou race pure** : se dit pour les homozygotes ou le patrimoine génétique est identique (même allèle)

II- Monohybridisme : étude de la transmission d'un couple d'allèle pour un seul caractère génétique

1. Cas de dominance.

Exemple 1 : monohybridisme chez les petits pois.

Mendel a réalisé des croisements entre deux lignées pures de petits pois en suivant la transmission d'un seul caractère : la forme de la graine.

- **La 1ère souche** : donne des graines lisses
- **La 2ème souche** : donne des graines ridées

Les deux lignées pures croisées sont appelées « lignées parentales (P) », la 1ère génération est notée de F1. Le croisement des individus de **F1** entre eux donne une deuxième génération **F2.**les individus de F1 sont appelés **« hybrides ».**

- **1er croisement :** Race pure à graine lisse X race pure à graine ridée ⟶ F1 : 100% graines lisses.
- **2ème croisement : F1 X F1** ⟶ 75% graines lisses + 25 % graines ridées.

Activités :

1) Déterminer le caractère et les allèles étudiés dans cet exemple.
2) Qu'est ce vous pouvez dire à propos des deux allèles étudiés ?
3) Donner le génotype des parents, des individus F1 et des gamètes des parents .
4) Donner une interprétation chromosomique pour les deux croisements

I) Le caractère génétique étudié : la forme de la graine

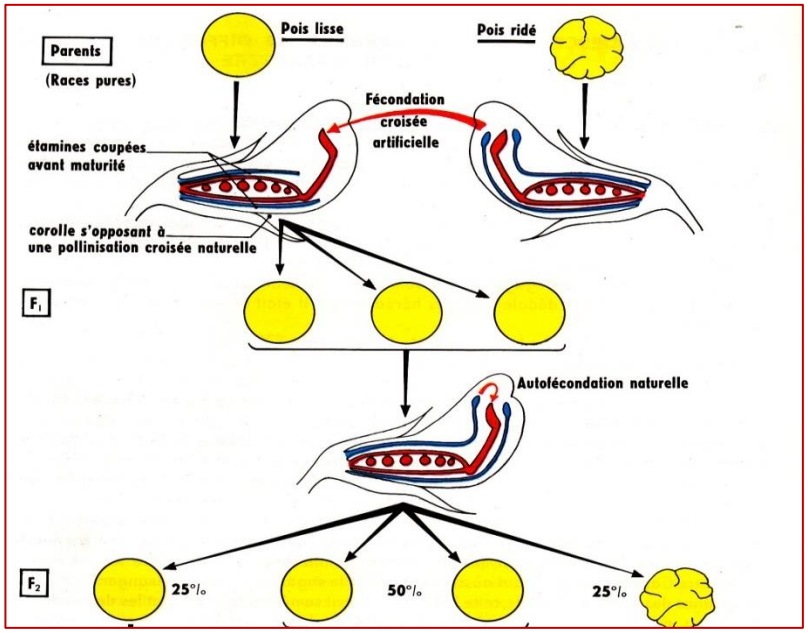
- Les deux allèles étudié : le 1er allèle responsable de la forme lisse, et le 2ème responsable de la forme ridée.

2) Les individus de F1 héritent le 1er allèle responsable de la forme lisse de l'un des parents, et le 2ème allèle responsable de la forme ridée de l'autre parent. Donc F1 sont hétérozygotes avec un phénotype lisse.
On peut donc déduire : l'allèle responsable de la forme lisse est **dominant «L »**, et l'allèle responsable de la forme ridée est **récessif « r »**.

3) Le génotype des parents : **[L] : L//L , [r] : r//r**

- **Le génotype des F1 : [L] : L//r**
- **Le génotype des gamètes : [L] : L/ , [r] : r/**

4) Interprétation chromosomique :



1er croisement :

Parents : P1 X P2
Phénotypes : [L] X [r]
Génotypes : L//L r//r
Gamètes : 100% L/ 100% /r

- Fécondation F1 : 100% **[L] : L//r**

2ème croisement :

Parents : F1 X F1
Phénotypes : [L] X [L]
Génotypes : L//r L//r
Gamètes : 50% L/, 50% /r 50% L/, 50% /r

- Fécondation F2 : échiquier de croisement

1ère loi de Mendel : loi d'uniformité des hybrides de la première génération F1.

Lorsqu'on croise deux souches de race pure avec deux phénotypes différents, les individus de la génération F1 sont hybrides et semblables les uns aux autres (même phénotype et même génotype)

2ème loi de Mendel : loi de la pureté des gamètes.

Les allèles d'un même couple se disjoignent lors de la formation des gamètes, chaque gamète ne contient que l'un ou l'autre des allèles, donc le gamète est toujours pur.
Cette 2ème loi est toujours applicable dans la génétique Mendélienne

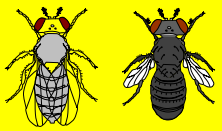
Exemple 2 : notion de test-cross

On réalise des croisements entre des races de drosophile :

- **1er croisement** : **P1** : drosophile au corps **gris** X **P2** : drosophile au corps **noir** ⟶ **F1** drosophiles au corps gris.
- **2ème croisement** : F1 X F1 ⟶ **F2** : **1050** drosophiles au corps **noir** et **3450** drosophiles au corps **gris**.

Activités :

1) Qu'est que vous pouvez déduire des résultats du 1er croisement.
2) Transformez les résultats de F2 en %.
3) Donnez une interprétation chromosomique pour le 1er et le 2ème croisement.
4) Déterminez le génotype des drosophiles noires et grises de F2.
5) Proposez une technique pour savoir le génotype des drosophiles grises de F2, interpréter.



I) Analyse et déduction :

- Etude d'un seul caractère héréditaire : il s'agit d'un monohybridisme.
- F1 est homogène donc les parents sont de lignée pure selon la 1ère loi de Mendel.
- L'allèle responsable de la couleur grise est dominant G, par contre l'allèle responsable de la couleur noire est récessif n.

2) $[G]\% = \frac{3450}{3450+1050} \times 100 \approx \frac{3}{4}$ $[n]\% = \frac{1050}{3450+1050} \times 100 \approx \frac{1}{4}$

urdorous.blogspot.com

Interprétation du 2ème croisement				Interprétation du 1er croisement			
$\frac{G}{n}$ [G]	x	$\frac{G}{n}$ [G]		$\frac{n}{n}$ [n]	x	$\frac{G}{G}$ [G]	
50% G	50% n	50% G	50% n	100% n		100% G	

Echiqier de croisement		
x	G	n
G	$\frac{G}{G}$ [G]	$\frac{G}{n}$ [G]
n	$\frac{G}{n}$ [G]	$\frac{n}{n}$ [n]

Echiqier de croisement	
Gamètes x	n
G	$\frac{G}{n}$ [G] 100%

3) le génotype des drosophiles noires de F1 : $\frac{n}{n}$

- le génotype des drosophiles grises de F1 : $\frac{G}{n}$ ou $\frac{G}{G}$

4) Pour connaitre exactement le génotype des drosophiles grises de F2 on réalise ce qu'on appelle « test-cross », croisement entre la mouche grise de F2 et une mouche de phénotype récessif (mouche noire)
Les résultats possibles de ce croisement :

2ème cas : le croisement « test-cros »s donne : 50% drosophiles gris + 50% drosophiles noires				1er cas : le croisement « test-cross » donne : 100% drosophiles grises			
$\frac{n}{n}$ [n]	x	$\frac{G}{n}$ [G]		$\frac{n}{n}$ [n]	x	$\frac{G}{G}$ [G]	
100% n		50% G	50% n	100% n		100% G	

Echiqier de croisement		
x	G	n
n	$\frac{G}{n}$ [G]	$\frac{n}{n}$ [n]

Echiqier de croisement	
x	G
n	$\frac{G}{n}$ [G] 100%

Dans ce cas la mouche grise(de génotype inconnu) est de génotype $\frac{G}{n}$	Dans ce cas la mouche grise (de génotype inconnu) est de génotype $\frac{G}{G}$

Bilan : Dans le cas de la dominance entre deux allèles :

- Si la génération de F1 est homogène et les parents de phénotypes différents on peut conclure que les parents sont de race pure : la 1ère loi de Mendel est applicable.
- L'allèle récessif ne s'exprime que dans le cas d'homozygote récessif.
- Le croisement entre deux hybrides donne : ¾ phénotype dominant et ¼ récessif.
- Le test cross : se fait entre un individu de phénotype dominant et un autre récessif, son but est de déterminer le génotype de l'individu en test.

2. Cas de codominance :

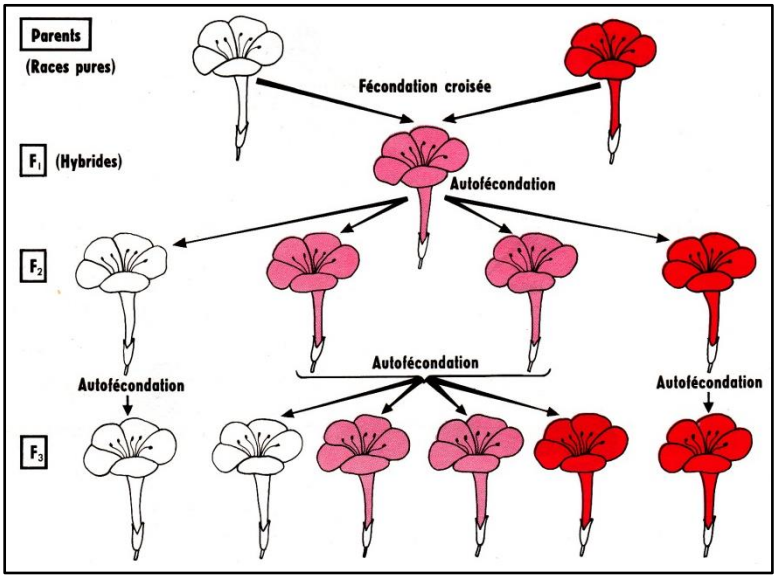
Exemple :

Le document suivant représente des résultats d'une expérience de monohybridisme réalisée avec des **belles-de-nuit.**

Activités :

I) Qu'est ce que vous pouvez déduire des résultats du I[er] croisement ?

2) Donnez une interprétation chromosomique pour les deux croisements ?



1. Analyse et déduction :

- Etude d'un seul caractère héréditaire : il s'agit d'un monohybridisme.
- **FI** est homogène donc les parents sont de lignée pure selon la I[ère] loi de Mendel.
- Apparition d'un caractère intermédiaire chez les individus de F1, on parle donc d'une codominance.

2. Interprétation chromosomique :

2[ème] croisement

$\frac{R}{B}$ [RB] x $\frac{R}{B}$ [RB]

50% R 50% B 50% R 50% B

x	R	B
R	$\frac{R}{R}$ [RR]	$\frac{R}{B}$ [RB]
B	$\frac{R}{B}$ [RB]	$\frac{B}{B}$ [BB]

I[er] croisement

$\frac{R}{R}$ [R] x $\frac{B}{B}$ [B]

100% R 100% B

x	B
R	$\frac{R}{B}$ [RB] 100%

Les résultats de F2 : 3 phénotypes : ½ [RB] , ¼ [BB] et ¼ [RR]

Bilan : dans le cas de codominance :

- Nous avons deux allèles responsables de 3 phénotypes.
- L'individu à phénotype intermédiaire est hybride, mais les deux autres phénotypes sont de race pure.
- Le croisement entre deux hybrides donne 3 phénotypes ¼ [R], ½ [RB] ,¼ [B].

3. Cas du gène létal :

Exemple : la transmission de la couleur de la fourrure chez une race de souris.

Un croisement entre deux souris jaunes a donné en FI : 2/3 souris jaunes et I/3 souris grises.

Activités :

I) Déterminez l'allèle dominant et l'allèle récessif.

2) Déterminer le génotype des parents.

3) Donnez une interprétation chromosomique pour ce croisement ?
NB : utilisez **G** ou **g** pour la couleur noire et **J** ou **j** pour la couleur jaune

I- FI est hétérogène donc au moins un des deux parents de lignée hybride, et puisque les 2 parents ont le même phénotype « jaune » donc :

- L'allèle responsable de la couleur jaune est dominant **J**.
- L'allèle responsable de la couleur grise est récessif **g**

urdorous.blogspot.com

2- Les parents sont hybrides de génotype J//g

3- Interprétation chromosomique :

$\frac{J}{g}$ [J] x $\frac{J}{g}$ [J]			
50% J	50% g	50% J	50% g

Echiquier de croisement		
x	J	g
J	$\frac{J}{J}$ [J]	$\frac{J}{g}$ [J]
g	$\frac{J}{g}$ [J]	$\frac{g}{g}$ [g]

On observe que les résultats théoriques ne sont pas compatibles avec les résultats expérimentaux

$\frac{1}{4}$[g] ,$\frac{3}{4}$ [J] :Résultats théoriques

$\frac{1}{3}$[g] ,$\frac{2}{3}$ [J] Résultats expérimentaux

Dans ce cas on parle d'un gène létal pour le génotype $\frac{J}{J}$

Bilan : dans le cas d'un gène létal :

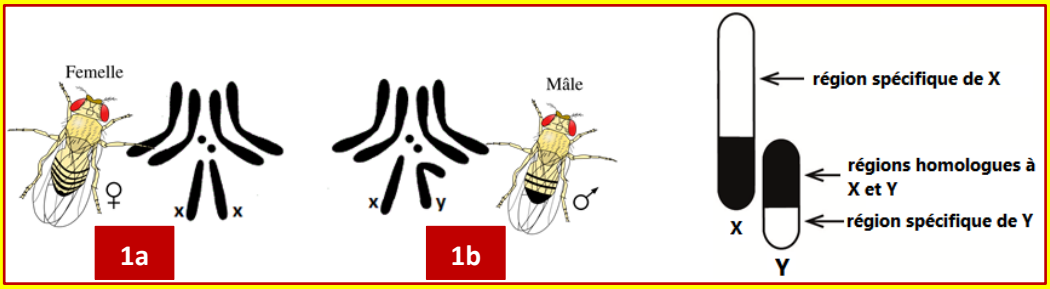
- Le croisement entre deux hybrides donne des résultats sous forme : 2/3 phénotype dominant et 1/3 phénotype récessif
- Les résultats expérimentaux et théoriques ne sont pas compatibles.

4- Cas du gène lié au sexe :

Dans les croisements précédents pris en exemple, on ne s'est jamais préoccupé de savoir si le caractère normal ou le caractère mutant était porté par le mâle ou la femelle, car cela était indifférent. Mais il n'en est pas le même dans tous les cas : cas des caractères liés au sexe.

a- Les chromosomes sexuels est la détermination du sexe :

Le document 1a représente deux cartes chromosomiques (caryotypes) de la drosophile et le document 1b montre une comparaison de la structure des chromosomes sexuels X et Y.



Activités :

I. Comparez les deux cartes et déduire la garniture chromosomique du mâle, de la femelle et des gamètes.

2. comparer entre X et Y.

I) - Le mâle et la femelle de la drosophile ont le même nombre de chromosomes (2n = 8). Parmi les 8 chromosomes on trouve 3 paires identiques et qui représentent les chromosomes non sexuels ou appelé Autosomes, le 4ème paire fait la différence entre le mâle et la femelle sont donc les chromosomes sexuels, chez le mâle ils ne sont pas homologues XY, mais chez la femelle ils sont homologues XX.

- Les garnitures chromosomiques :
  - Les femelles : 2n = 6A + XX les gamètes femelles : n = 3A + X
  - Les mâles : 2n = 6A + XY les gamètes mâles : n = 3A + X et n = 3A + Y

2) Comparaison entre X et Y :

- Les gènes portés sur la région spécifique de X sont représentés par deux allèles chez les femelles, et un seul allèle chez le mâle.
- Les gènes portés par la région spécifique de Y sont représentés seulement chez les mâle par un seul allèle.
- Les gènes portés par la région homologues sont représentés par deux allèles chez les deux sexes.

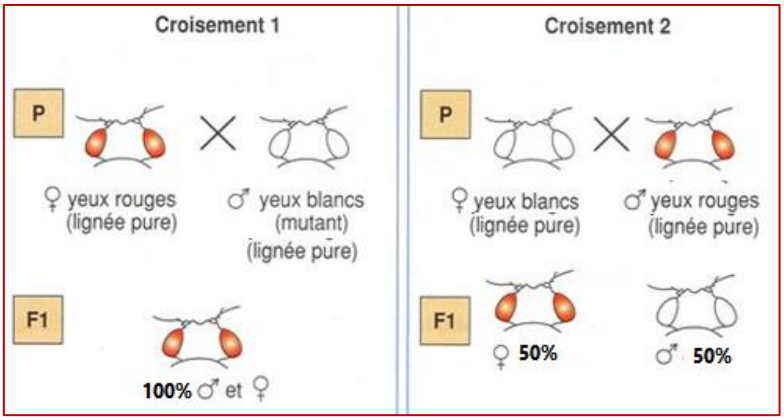
b- Exemple de la transmission d'un caractère héréditaire lié au sexe :

Exemple :

Pour étudier le mode de transmission des caractères héréditaires liés à des gènes portés par des chromosomes sexuels, on propose les résultats des croisements de drosophiles de race pure (document à coté)

Activités :

1. Que peut-on déduire des résultats des deux croisements ?
2. Donner l'interprétation chromosomique des résultats de ces deux croisements. (utiliser w- ou w+ pour la couleur des yeux)



I) Analyse et déductions :

1er croisement :

- Il s'agit de Monohybridisme.
- F1 est homogène : la 1ère loi de Mendel est réalisée.
- L'allèle responsable des yeux rouges est dominant, et L'allèle responsable des yeux blancs est récessif.

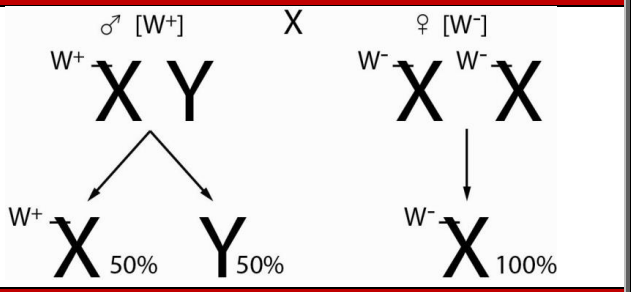
2ème croisement :

- F1 n'est pas homogène malgré la pureté des parents: cas exception la 1ère loi de Mendel
- Le phénotype du mâle est transmis vers toutes les femelles, et le phénotype de la femelle est transmis vers tous les mâles (génétique croisée)
- Le 2ème croisement est l'inverse du 1er croisement et il a des résultats différents.

⇒ On peut déduire donc que le gène étudié est lié au sexe (porté sur un chromosome sexuel), et puisque le caractère de la couleur des yeux apparait chez les mâles et les femelles donc le gène est porté sur le chromosome X.

2) Interprétation chromosomique :

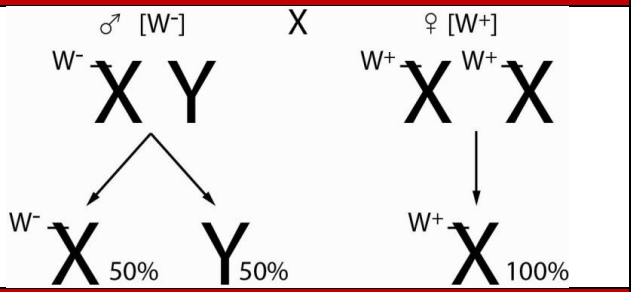
2ème croisement



Echerquier de croisement

♀ \ ♂	W- X
W+ X	W+ X W- X ♀[W+] 50%
Y	W- X Y ♂[W-] 50%

1er croisement



Echequier de croisement

♀ \ ♂	W+ X
W- X	W- X W+ X ♀[W+]
Y	W+ X Y ♂[W+]

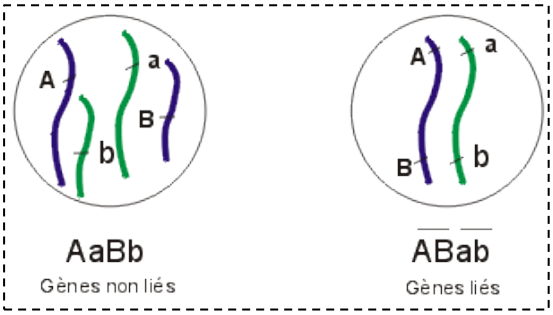
Bilan : les indices qui indiquent que le gène étudié est lié au sexe :

- La I[ère] loi de Mendel n'est pas applicable malgré la pureté des parents (cas exception de la I[ère] loi de Mendel)
- Deux croisements inversés donnent des résultats différents.
- Si le phénotype du mâle est transmis vers toutes les femelles de F1, et le phénotype de la femelle est transmis vers tous les mâles de F1 (ce qu'on appelle une génétique croisée)

III- Dihybridisme : étude de deux caractères héréditaires

Le digybridisme c'est le croisement entre deux races différentes en deux caractères héréditaires. Dans ce cas on peut distinguer deux cas possibles pour les deux gènes responsables des deux caractères :

- Cas des deux gènes indépendants (non liés) : sont portés par deux couples de chromosomes.
- Cas des deux gènes dépendants (liés): sont portés par un seul couple de chromosomes.



1. Cas des gènes indépendants :

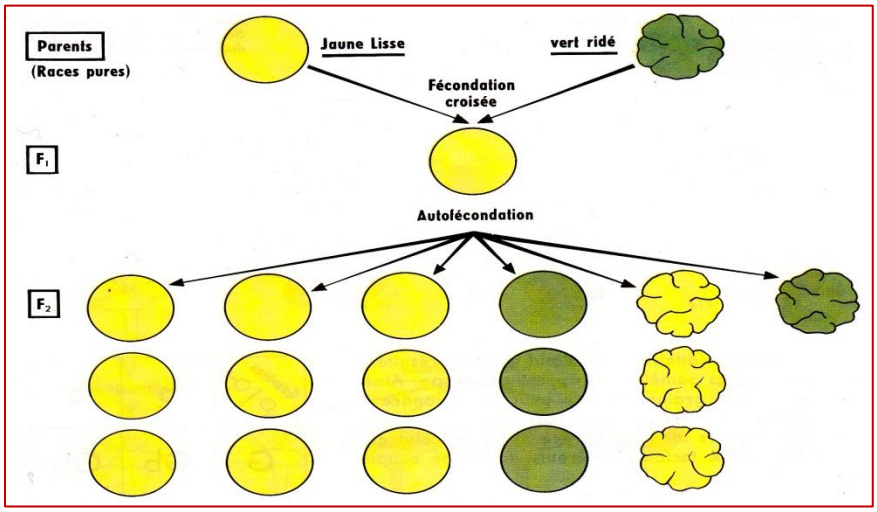
Exemple : étude de dihybridisme réalisée par des Pois

Considérons par exemple le croisement de Pois appartenant aux deux lignées pures suivantes (fig. 12) :

Pois à graines lisses et cotylédons jaunes × Pois à graines ridées et cotylédons verts

La génération F_1 est homogène : tous les hybrides sont à graines lisses et cotylédons jaunes ; la première loi de Mendel s'applique donc, avec la règle de la dominance. Les individus F_1 étant livrés à l'autofécondation, leurs descendants montrent la proportion suivante :

15 plantes en F_2 ont donné 556 graines dont	315 graines lisses et jaunes
	101 graines ridées et jaunes
	108 graines lisses et vertes
	32 graines ridées et vertes



Activités :

1) **Analysez** le I[er] croisement et déduire.
2) **Transformez** les valeurs de la génération de F2 en pourcentage (%) et comparez les avec les valeurs : **9/16,3/16,3/16,1/16**
3) **Comment interpréter** l'apparition des nouveaux phénotypes en F2 sachant que les deux gènes étudiés sont non liés ?
4) **Donnez** une interprétation chromosomique pour les deux croisements.
5) On réalise un croisement entre un individu hybride de F1 avec un individu double récessif.
a) **Comment peut-on qualifier** ce croisement ?
b) **Donnez** le résultat de ce croisement (interprétation chromosomique)

I) Analyse et déduction :

- Etude de deux caractères héréditaires « la couleur » et « la forme » de la graine, il s'agit donc de dihybridisme.
- Les individus de F1 ont le même phénotype donc la I[ère] loi de M. est appliquée.
- Les allèles responsables de la couleur jaune et forme lisse son dominant, par contre les deux autres sont récessifs.

2)

15 plantes en F_2 ont donné 556 graines dont	315 graines lisses et jaunes	9/16
	101 graines ridées et jaunes	3/16
	108 graines lisses et vertes	3/16
	32 graines ridées et vertes	1/16

urdorous.blogspot.com

3) Mendel a interprété l'apparition des phénotypes recombinés (nouveaux) par la séparation indépendante et aléatoire des allèles au cours de la formation des gamètes : phénomène de brassage interchromosomique, et donc chaque individu hybride (hétérozygote) produit obligatoirement 4 types des gamètes.

3ème loi de Mendel : loi de la séparation indépendante des allèles.

Au cours de la méiose, les deux allèles du même gène se séparent de façon indépendante et aléatoire, et bien la formation des gamètes recombinés.

Cette 3ème loi n'est pas applicable dans le cas de gènes liés.

4) Interprétation chromosomique :

2ème croisement					**1er croisement**	
$\frac{L}{c}\frac{G}{n}[L,G]$ X $\frac{L}{c}\frac{G}{n}[L,G]$					$\frac{L}{L}\frac{G}{G}[L,G]$ X $\frac{c}{c}\frac{n}{n}[c,n]$	
25% $\underline{L}\ \underline{G}$ 25% $\underline{c}\ \underline{n}$ 25% $\underline{L}\ \underline{n}$ 25% $\underline{c}\ \underline{G}$					100% $\underline{\mathbf{L}}\ \underline{\mathbf{G}}$	100% $\underline{\mathbf{c}}\ \underline{\mathbf{n}}$
Echiquer de croisemet					**Echiquier de croisement**	
x	$\underline{L}\ \underline{G}$	$\underline{c}\ \underline{n}$	$\underline{L}\ \underline{n}$	$\underline{c}\ \underline{G}$	**x**	$\underline{\mathbf{L}}\ \underline{\mathbf{G}}$
$\underline{L}\ \underline{G}$	$\frac{L}{L}\frac{G}{G}[L,G]$	$\frac{L}{c}\frac{G}{n}[L,G]$	$\frac{L}{L}\frac{G}{n}[L,G]$	$\frac{L}{c}\frac{G}{G}[L,G]$	$\underline{\mathbf{c}}\ \underline{\mathbf{n}}$	$\frac{\mathbf{L}}{\mathbf{c}}\frac{\mathbf{G}}{\mathbf{n}}[\mathbf{L},\mathbf{G}]$ 100%
$\underline{c}\ \underline{n}$	$\frac{L}{c}\frac{G}{n}[L,G]$	$\frac{c}{c}\frac{n}{n}[c,n]$	$\frac{L}{c}\frac{n}{n}[L,n]$	$\frac{c}{c}\frac{G}{n}[c,G]$		
$\underline{L}\ \underline{n}$	$\frac{L}{L}\frac{G}{n}[L,G]$	$\frac{L}{c}\frac{n}{n}[L,n]$	$\frac{L}{L}\frac{n}{n}[L,n]$	$\frac{L}{c}\frac{G}{n}[L,G]$		
$\underline{c}\ \underline{G}$	$\frac{L}{c}\frac{G}{G}[L,G]$	$\frac{c}{c}\frac{G}{n}[c,G]$	$\frac{L}{c}\frac{G}{n}[L,G]$	$\frac{c}{c}\frac{G}{G}[c,G]$		

Les résultats théoriques et expérimentaux sont compatibles.

5) a) le croisement entre un individu de F1 et un autre récessif est appelé : « test-cross » ou bien « back-cross », il permet de déterminer si les deux gènes sont indépendants ou liés.

b) **Les résultats du « test-cross »**

Les résultats du test-cross dans le cas des gènes indépendants				
$\frac{L}{c}\frac{G}{n}[L,G]$ X $\frac{c}{c}\frac{n}{n}[c,n]$				
25% $\underline{L}\ \underline{G}$ 25% $\underline{c}\ \underline{n}$ 25% $\underline{L}\ \underline{n}$ 25% $\underline{c}\ \underline{G}$			100% $\underline{c}\ \underline{n}$	
Echiquier de croisement				
x	$\underline{L}\ \underline{G}$	$\underline{c}\ \underline{n}$	$\underline{L}\ \underline{n}$	$\underline{c}\ \underline{G}$
$\underline{c}\ \underline{n}$	$\frac{L}{c}\frac{G}{n}[L,G]$	$\frac{c}{c}\frac{n}{n}[c,n]$	$\frac{L}{c}\frac{n}{n}[L,n]$	$\frac{c}{c}\frac{G}{n}[c,G]$

Bilan : dans le cas de deux gènes indépendants :

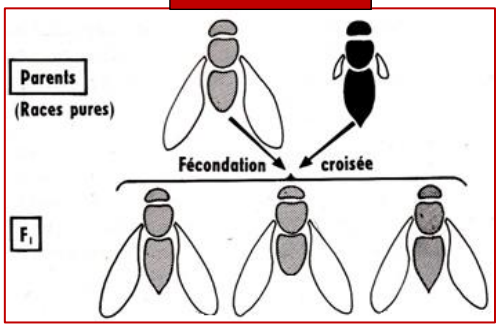
- Le croisement entre deux hybrides F1 X F1 donne une génération de F2 sous forme :
  - **9/16 et 1/16 phénotypes parentaux**
  - **3/16 et 3/16 phénotypes recombinés**
- Le croisement-test donne 4 phénotypes (2 parentaux et 2 recombinés) de même pourcentage 25%
- Les phénotypes recombinés sont le résultat du brassage interchromosomique
- La 3ème loi de Mendel est applicable

urdorous.blogspot.com

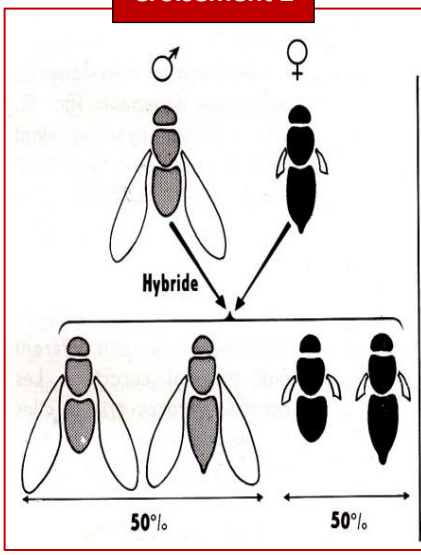
2. Cas des gènes liés :

Résultat d'une expérience d'hybridation à partir de Drosophiles grises à ailes longues et de Drosophiles noires à ailes « vestigiales ».

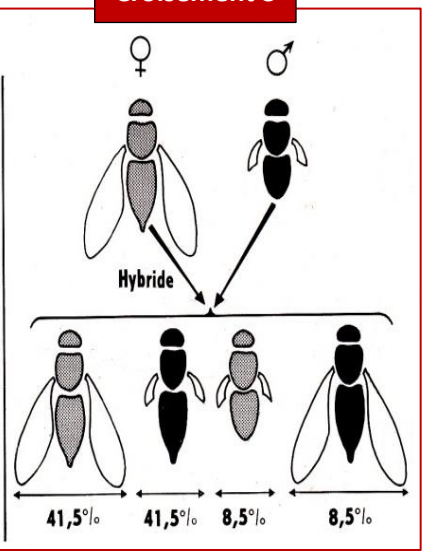
Croisement 1



Croisement 2



Croisement 3



Activités :

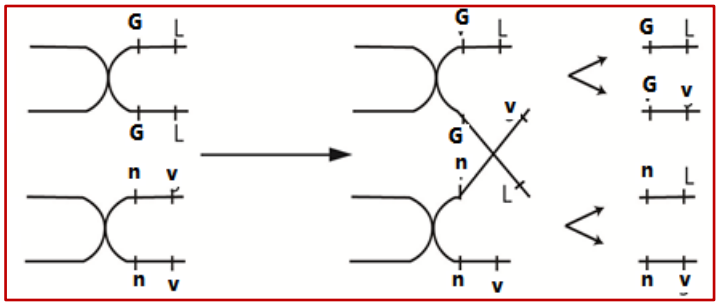
I) **Que peut-on déduire** des résultats du I^er croisement ?
2) **Déterminez** le type des croisements 1 et 2.
3) **Comparez** les résultats du 2ème et 3ème croisement, que peut-on déduire ?
4) **Déterminez** les phénomènes responsables de l'apparition des drosophiles noires à ailes langues et autres grises à ailes vestigiales.
5) **Donnez** une interprétation chromosomique pour les croisements 2 et 3.

1- D'après les résultats du I^er croisement, on constate ce qui suit :
- Il s'agit d'un cas de dihybridisme.
- La génération de F1 est homogène, donc les parents sont de race pure selon la I^ère loi de Mendel.
- L'allèle responsable de la couleur grise est dominant (G) et l'allèle responsable de la couleur noire est récessif (n)
- L'allèle responsable des ailes longues est dominant (L) et l'allèle responsable des ailes vestigiale est récessif (v)

2- Les croisements 2 et 3 sont des croisements-test.

3- Le 2ème croisement donne en F'2 seulement des phénotypes parentaux ce qui permet de dire que les deux gènes étudiés sont liés de façon absolue (absence de crossing-over).
Le 3ème croisement donne en F'2 des phénotypes parentaux aux pourcentages très élevés par rapport aux phénotypes recombinés ce qui permet de dire que les deux gènes étudiés sont liés de façon relative (présence de crossing-over).

4- Le crossing-over : schémas interprétatifs



5- Interprétation chromosomique :

2ème croisement

$\frac{G\ L}{n\ v}$ [G, L] **X** $\frac{n\ v}{n\ v}$ [n, v]

50% G L 50% n v 100% n v

Echequier de croisement

x	G L	n v
r g	$\frac{G\ L}{n\ v}$ [G, L]	$\frac{n\ v}{n\ v}$ [n, v]

Urdorous

3ème croisement				
$\frac{G\ L}{n\ v}$ [G, L] **X** $\frac{n\ v}{n\ v}$ [n, v]				
↓			↓	
41,5% G L	41,5% n v		100% r v	
8,5% G v	8,5% n L			
Echequier de croisement				
x	41,5% G L	41,5% n v	8,5% G v	8,5% n L
100% r g	$\frac{G\ L}{n\ v}$ [G, L]	$\frac{n\ v}{n\ v}$ [n, v]	$\frac{G\ v}{n\ v}$ [G, v]	$\frac{n\ L}{n\ v}$ [n, L]

Bilan : dans le cas de deux gènes liés :

- Le croisement des hybrides (FI X FI) ou le test-cross donne une génération composée :
  - Soit seulement des phénotypes parentaux, ce qui permet de déduire le phénomène de crossing-over est absent.
  - Soit 4 phénotypes : 2 recombinés et 2 parentaux et que le pourcentage des phénotypes parentaux est très élevé par rapport aux phénotypes recombinés ce qui permet de déduire que le crossing-over est présent.
- Les phénotypes recombinés sont e résultats du brassage intrachromosomique (crossing-over).
- La 3ème loi de Mendel n'est pas applicable.

IV- La distance entre les gènes et la carte factorielle

La carte factorielle est une représentation des locus de gènes sur un chromosome en respectant la distance entre eux.

La réalisation de la carte factorielle se fait par :

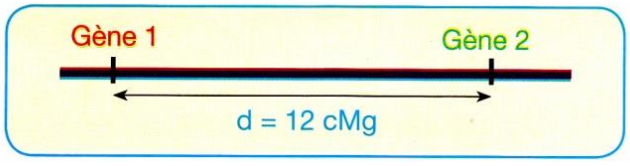
- Détermination de la distance entre deux gènes étudiés par le calcul du pourcentage des phénotypes recombinés (TR) en utilisant la formule suivante :

$$\%TR = \frac{\text{nombre des TR}}{\text{nombre total (TR + TP)}} \times 100$$

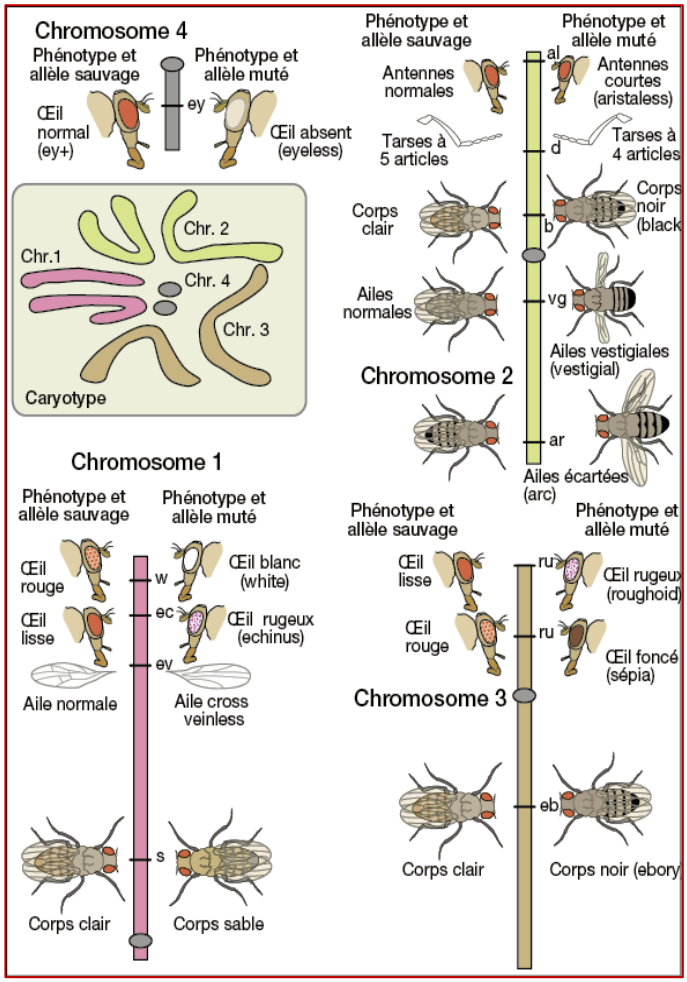
La distance entre deux gènes : d = %TR cMg sachant que, 1% TR = 1 cMg

- Représentation de la carte factorielle : on représente le chromosome par un trait sur lequel on dispose les locus des gènes étudiés, en respectant les distances calculées

Exemple : % TR = 12 %, indique que la distance entre les deux gènes est de 12 cMg ainsi la carte factorielle sera :



Urdorous



Etablissement de la carte factorielle de 3 gènes :

Pour déterminer les locus de 3 gènes sur un chromosome chez la drosophile, on propose les résultats de ces croisements :

Croisement1 : entre des drosophiles aux yeux rouges et des ailes longues (sauvages) avec des drosophiles aux yeux blancs et des ailes vestigiales (mutées), la génération de F1 est composée des drosophiles sauvages.

1. **Qu'est-ce que vous pouvez déduire des résultats de ce croisement ?**

Croisement 2 : se fait entre un mâle de phénotype muté et une femelle de F1, les résultats sont comme suit :

- **39,5%** drosophiles sauvages
- **39,5%** drosophiles mutées
- **10,5%** drosophiles aux yeux rouges et ailes vestigiales
- **10,5%** drosophiles aux yeux blancs et ailes longues

2. **Que peut-on déduire de ces résultats ?**
3. **Calculez la distance entre ces deux gènes.**
4. **Interprétez à l'aide de l'échiquier de croisement les résultats de 2ème croisement.** (utilisez **R** ou **r** pour la couleur des yeux et **L** ou **l** pour la taille des ailes)

Sur le même chromosome il se trouve un autre gène code pour la taille des antennes (normales et aristaless) et que la distance entre ce gène et le gène des couleurs des yeux est de : 13CMg.

5. **Déterminez les cartes factorielles possibles de ces 3 gènes.**
6. **Comment peut-on faire pour déterminer exactement la carte factorielle de ces 3 gènes ?**

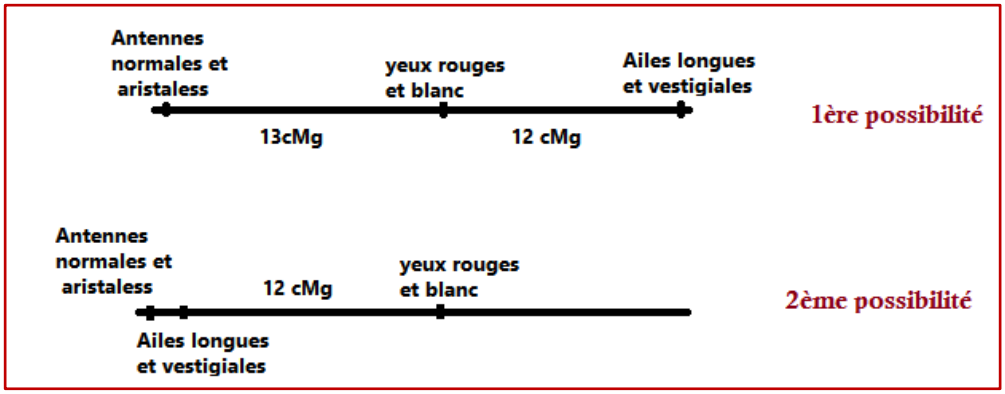
1- D'après les résultats du 1er croisement, on constate ce qui suit :
- Il s'agit d'un cas de dihybridisme.
- La génération de F1 est homogène, donc les parents sont de race pure selon la 1ère loi de Mendel.
- L'allèle responsable de la couleur rouge des yeux est dominant (R) et l'allèle responsable de la couleur blanche est récessif (r)
- L'allèle responsable des ailes longues est dominant (L) et l'allèle responsable des ailes vestigiale est récessif (v).

2- Le 2ème croisement donne en F'2 des phénotypes parentaux aux pourcentages très élevés par rapport aux phénotypes recombinés ce qui permet de dire que les deux gènes étudiés sont liés de façon relative (présence de crossing-over).

3- La distance entre les gènes : 21CMg

4- Interprétation chromosomique

5- Les cartes factorielles possibles pour ces 3 gènes :



6- Pour déterminer la carte factorielle exacte de ces 3 gènes il faut chercher à savoir la distance entre le gène responsable de la taille des antennes et celui qui code pour la longueur des ailes, et pour cela il faut faire un croisement test : individu hybride **[A, L]** et un autre doublement récessif **[a, l]**, le pourcentage des phénotypes recombinés en F'2 détermine la distance entre les deux gènes.

urdorous.blogspot.com

Urdorous